

KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI CIPINANG BAGIAN HILIR DITINJAU DARI PARAMETER BOD DAN DO MENGGUNAKAN MODEL QUAL2E

Purnisa Damarany¹⁾, Melati Ferianita Fachrul²⁾, Widy Astono³⁾

¹⁾ Staf Umum K3L Kantor Pusat, PT. Jaya Konstruksi Manggala Pratama, tbk
Kantor Taman Bintaro Jaya Gd. B, Jl. Bintaro Raya Jakarta 12330

^{2,3)} Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta
Jl. Kyai Tapa No.1, Gedung K, Lt.7, Jakarta 11440, Indonesia

E-mail : purnisadamarany@yahoo.com, melatif_99@yahoo.com, widya58@yahoo.com,

Abstrak

QUAL2E merupakan program permodelan kualitas air yang dapat mensimulasikan perubahan kualitas air di Sungai Cipinang melalui profil sebaran konsentrasi BOD dan DO. Sungai Cipinang yang diteliti adalah Sungai Cipinang bagian hilir, dari daerah Halim sampai dengan pertemuan antara Sungai Cipinang dengan Sungai Sunter di Cipinang Bawah. Penelitian menggunakan skenario adanya masukan limbah tambahan pada ruas 3 dan 6 dengan konsentrasi BOD sebesar 162.73 mg/L dan 161.23 mg/L serta kondisi awal sungai sesuai pengukuran lapangan. Pada penelitian ini sungai dibagi menjadi 7 ruas dan dibagi lagi menjadi elemen yang lebih kecil. Hasil simulasi hidraulika menunjukkan bahwa debit, kecepatan dan kedalaman pada setiap elemen dalam ruas sungai adalah stabil, kecuali di ruas 3 dan 6. Hasil simulasi analisis kualitas air menunjukkan kecenderungan kurva BOD semakin menurun seiring dengan pertambahan jarak. Kenaikkan terjadi pada ruas 3 dan 6, sedangkan konsentrasi DO nilainya berfluktuasi. Model menggunakan kalibrasi hidraulika, konstanta BOD dan DO, serta hasil analisis kualitas air dengan parameter BOD dan DO melalui 3 perbandingan yaitu hasil pengukuran di lapangan, perhitungan model *streeter-phelps* dan keluaran model *QUAL2E*. Konsentrasi BOD dan DO di Sungai Cipinang bagian hilir sudah melebihi baku mutu air sungai KepGub Jakarta No. 582 tahun 1995 sehingga kondisi ekosistem sungai menurun. Pengelolaan yang dapat dilakukan : menaikkan kecepatan sungai menjadi 1.2 m/dtk, kedalaman menjadi 0.5 m, menaikkan konsentrasi DO di headwater sebesar 80%, menurunkan konsentrasi BOD di ruas 1, 3 dan 6 sebesar 96.34%, 96.31% dan 96.27% melalui penempatan IPAL komunal, pemantauan saluran drainase yang masuk dan pembuatan terjunan sebagai aerasi untuk meningkatkan nilai DO.

Abstract

Assesment water quality of the downstream Cipinang river using QUAL2E model (BOD and DO as parameter). *QUAL2E* is a water quality modeling which able to simulate water quality's changing in Cipinang river with BOD and DO discharging in this river. Analytical research is carried out in the downstream Cipinang river, which starts from Halim to the meet point of Cipinang river and Sunter river in Cipinang Bawah. The scenario in this research is done to know Cipinang river's water quality after the adding of waste debit to reach 3 and 6 with BOD concentration's about 162.73 mg/L and 161.23 mg/L while the results of fields sampling as the first condition. This river is divided to 7 reaches and into small parts as an element. The result of hydraulics simulation shows that debit, velocity and depth of this river are in statistical condition, except in reach 3 and 6. The simulation water quality's result shows that BOD's curve down with the cumulative of river's distant. It's just going up in reach 3 and 6 while DO concentration is in the fluctuation way. This model uses hydraulic calibration, BOD and DO constant calibration, and water quality calibration using BOD and DO as parameter with 3 comparison which are field sampling's result, *streeter-phelps* model and *QUAL2E* simulation output. BOD and DO concentration have been far from the decision of Governor Jakarta No.582 year 1995 and it makes the ecosystem decreasing. The strategies to solve this problem that can be done for example make the velocity become 1.2 m/s, river depth become 0.5 m, up the DO concentration about 80%, down the BOD concentration in reach 1, 3 and 6 about 96.34%, 96.31% and 96.71% using communal WWTP, monitoring drainage systems that entering into this river and make waterfall as the aeration for coming up the DO.

Keywords : Sungai Cipinang bagian Hilir, model *QUAL2E*, BOD, DO

1. Pendahuluan

Sungai Cipinang adalah salah satu dari 13 sungai di DKI Jakarta yang mengalir melewati Kotamadya Jakarta Timur dengan hulu sungai adalah Situ Jatijajar yang terletak di Kecamatan Cibinong dan bermuara di Sungai Sunter yang terletak di Kelurahan Cipinang Bawah, Kecamatan Pulo Gadung, Jakarta Timur. Sungai Cipinang memegang peranan penting bagi kehidupan warga Kotamadya Jakarta Timur yaitu berfungsi sebagai bahan baku air bersih Instalasi Pulo Gadung dan drainase kota. Pembuangan air limbah industri maupun rumah tangga yang tidak diolah atau pembuangan sampah baik secara langsung maupun tidak langsung di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipinang, menyebabkan kualitas air di Sungai Cipinang mengalami penurunan dan berpotensi menyebabkan pendangkalan sehingga berdampak terjadinya banjir. Hal ini terlihat pada bagian hilir dari Sungai Cipinang yang kini mulai tercemar pada tingkat yang sangat berat, seperti yang terjadi di Kelurahan Cipinang Muara dan Kelurahan Cipinang Besar Selatan. Di daerah tersebut, air sungai berwarna hitam dengan bau yang menyengat dan di beberapa bantaran sungai sekitarnya terdapat tempat pembuangan sampah sementara. Meskipun Sungai Cipinang tergabung dalam program kali bersih (prokasih) DKI sejak tahun 1989 dan terpilih sebagai proyek percontohan di DKI Jakarta dalam pengelolaan lingkungan sungai pada tahun 2001, namun permasalahan yang ada belum dapat teratasi. Sungai Cipinang membutuhkan suatu upaya penanganan secara terpadu dalam pengendalian pencemaran untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Dalam hal ini, hasil dari kajian kualitas air dengan menggunakan model QUAL2E dapat digunakan sebagai langkah awal dalam mengatasi permasalahan yang ada sebagai upaya pengelolaan kualitas perairan khususnya DAS Cipinang bagian hilir. QUAL2E merupakan program atau alat bantu permodelan kualitas air yang dapat mensimulasikan

perubahan-perubahan kondisi aliran sepanjang sungai, dengan menghitung serangkaian profil permukaan air pada kondisi steady-state. Kondisi dimana tidak terjadi perubahan kualitas air di sepanjang waktu [1]. Penggunaan QUAL2E pada Sungai Cipinang ini dimaksudkan untuk mensimulasikan perubahan-perubahan kondisi aliran di sepanjang DAS Cipinang melalui profil sebaran konsentrasi BOD dan DO, sebagai langkah awal dalam mengatasi permasalahan di DAS Cipinang.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perubahan-perubahan kualitas perairan Sungai Cipinang bagian hilir melalui pola sebaran profil konsentrasi BOD dan DO dengan melakukan simulasi menggunakan QUAL2E, dan untuk mengetahui nilai koefisien peluruhan BOD, koefisien pengendapan BOD, koefisien reaerasi Oksigen dan mengasumsikan koefisien SOD berdasarkan referensi sebagai kalibrasi dari model QUAL2E. Ruang lingkup penelitian ini meliputi perairan Sungai Cipinang bagian hilir, mulai daerah Halim sampai pertemuan Sungai Cipinang dengan Sungai Sunter yang terletak di Kelurahan Cipinang Bawah, Kecamatan Pulo Gadung, Jakarta Timur dengan panjang sungai ± 9 Km.

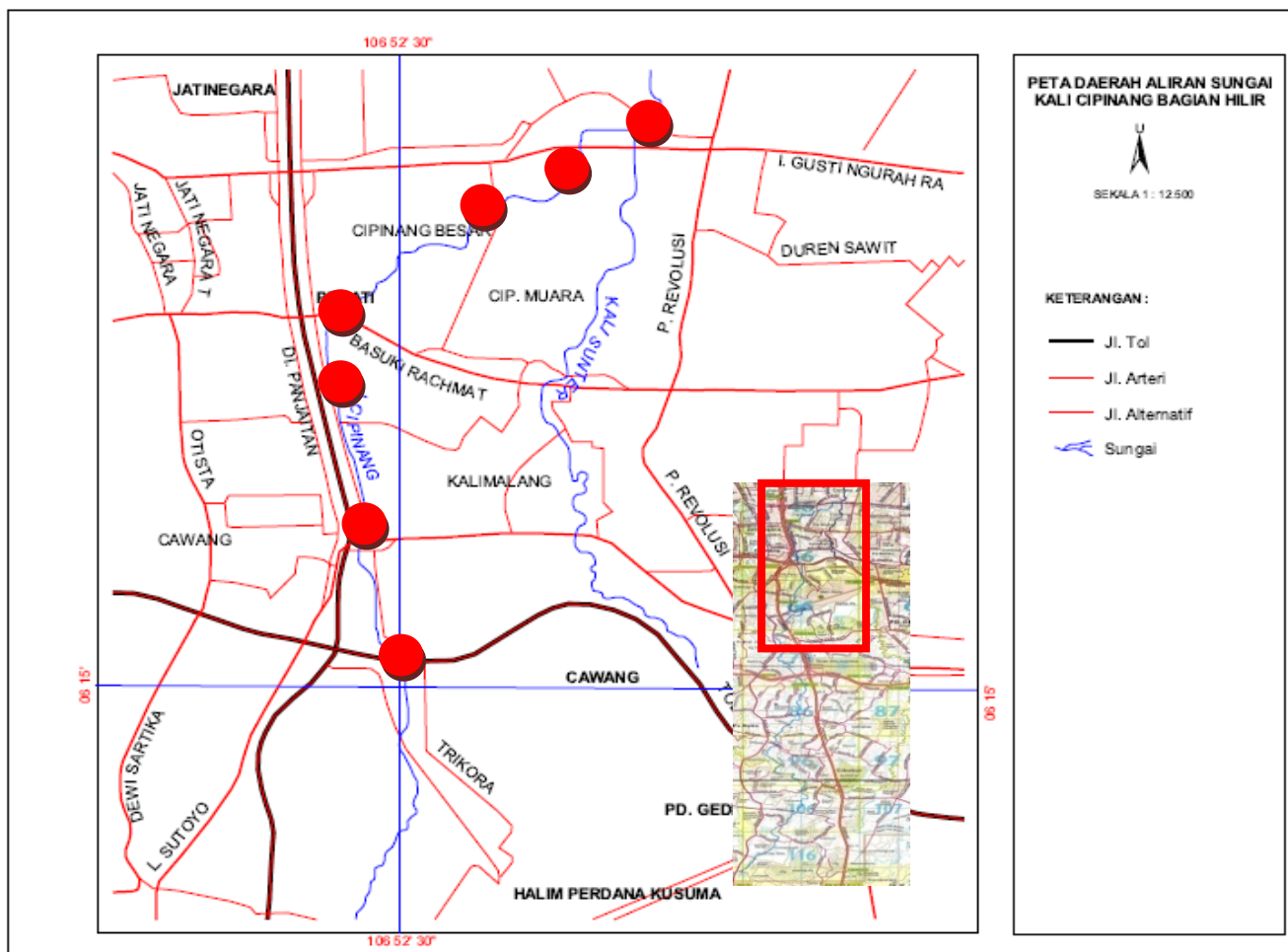
2. Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Oktober 2008 sampai dengan Januari 2009 di sepanjang DAS Cipinang bagian Hilir mulai Halim, Kalimalang, Kebon Nanas, Jl. Jendral Basuki, Cipinang Muara (Jl. Cipinang Jaya), Cipinang Besar Utara (Jl. I Gusti Ngurah Rai) sampai dengan pertemuan Sungai Cipinang dan Sungai Sunter (Cipinang Bawah, Kelurahan Cipinang, Jakarta Timur). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel di Sungai Cipinang

Stasiun	Lokasi	Koordinat		Elevasi (m)
		Lintang Selatan	Bujur Timur	dpl
1	Halim	6° 15' 11,61"	106° 52' 52,26"	20,42
2	Kalimalang	6° 13' 54,87"	106° 52' 38,42"	17,98
3	Kebon Nanas	6° 14' 23,31"	106° 52' 43,49"	15,85
4	Jl. Jenderal Basuki	6° 13' 28,25"	106° 52' 28,09"	15,24
5	Cipinang Muara	6° 13' 30,47"	106° 53' 13,68"	13,41
6	Cipinang Besar Utara	6° 12' 45,10"	106° 53' 44,07"	12,91
7	Cipinang Bawah	6° 12' 47,91"	106° 52' 32,54"	10,97



Gambar 1. Sungai Cipinang bagian hilir

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari suhu air sungai, kecepatan arus, kedalaman sungai, lebar sungai, pH, oksigen terlarut dan BOD. Sedangkan data sekunder terdiri atas peta topografi DAS Cipinang, peta tata guna lahan, jumlah penduduk di DAS Cipinang, jumlah dan jenis industri di DAS Cipinang, serta Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No. 582 Tahun 1995 tentang Peruntukan dan baku mutu air sungai/badan air serta baku mutu limbah cair di wilayah DKI Jakarta.

Metoda Analisis Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan *Water sampler* pada kedalaman setengah dari kedalaman total sungai. Setelah itu, sampel air untuk parameter BOD yang ada di dalam *Water sampler* langsung dipindahkan ke dalam botol sampel berkapasitas 1 liter yang telah diberi label nama tiap-tiap stasiun pengamatan sehingga memudahkan proses analisis. Botol sampel kemudian dimasukkan ke dalam *cool box* yang berisi *dry ice*. Hal ini dimaksudkan untuk menghambat laju reaksi yang terjadi dalam

sampel air akibat aktivitas mikroorganisme maupun reaksi-reaksi kimia yang umumnya terjadi pada perairan alami, sehingga kandungan parameter yang akan diukur tidak berubah. Kemudian sampel disimpan pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ dan segera dilakukan pengujian dalam kurun waktu kurang dari 24 jam. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Universitas Trisakti. Pengambilan sampel dilakukan dengan 1 kali pengambilan sampel dan dilakukan pada waktu yang sesuai dengan perhitungan dalam setiap pengambilan sampel di bulan Desember 2008. Metode penetapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode winkler untuk analisis BOD dan DO-meter untuk analisis DO [2].

Pengolahan Data Hidrolika

Pengolahan data hidrolika dilakukan dengan menghitung konstanta dispersi (K) dan debit sungai (Q) yang diperlukan dalam model.

Menurut Fisher et al. (1979) [3] memperkirakan koefisien dispersi longitudinal untuk sungai, dapat menggunakan persamaan berikut :

$$E = 0.011 \frac{U^2 B^3}{H U^*} \dots\dots\dots (1)$$

$$U^* = \sqrt{gHS} \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \frac{E}{H U^*} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : E = Koefisien Dispersi Longitudinal (m²/dtk); U = Kecepatan (m/dtk); B = Lebar (m); H = Rata-rata kedalaman (m); U* = Kecepatan rata-rata (m/dtk); g = gravitasi (m/dtk); S = slope sungai (m/m) Menurut Fisher (1979) dalam Chapra (1997) persamaan untuk memperkirakan koefisien lateral atau dispersi pemindahan untuk sebuah sungai :

$$E_{lat} = 0,6 H U^* \dots\dots\dots (4)$$

$$L_m = 0.4 U \frac{H^2}{E_{lat}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana, H = kedalaman rata-rata (m) dan U* = kecepatan rata-rata (m/dtk)

Debit aliran sungai yang penampang melintangnya berupa trapesium dapat dihitung dengan Persamaan Manning sebagai berikut [4]:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

$$A = (B + DY)Y \dots\dots\dots (7)$$

$$R = \frac{(B + DY)Y}{B + 2Y \sqrt{C + D^2}} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : Q = Debit (m³/dtk); A = Luas Penampang Basah (m²); R = Radius Efektif (m); n = Angka Manning (tanpa satuan); S = Kemiringan Dasar Sungai (m/m).

Pengolahan data hasil analisis BOD dan DO

1. Perhitungan BOD ultimate beserta Konstanta Deoksigenasi atau *BOD decay rate* (k₁).
2. Perhitungan Konstanta Oksigen Reaerasi atau *reaeration rate* (k₂).

3. Perhitungan nilai Konstanta Pengendapan di sungai atau *settling rate* (k₃).
4. Pengasumsian Koefisien Sediment Oxygen Demand atau *SOD uptake rate* (k₄) berdasarkan referensi yang ada.
5. Penggunaan data hasil analisis sebagai salah satu data yang diperlukan dalam model QUAL2E untuk melakukan simulasi pola sebaran profil konsentrasi BOD dan DO di DAS Cipinang bagian hilir.

3. Hasil Pengamatan dan Pembahasan

Hasil pengolahan data hidraulika Sungai Cipinang bagian hilir

Berdasarkan hasil pengolahan data di Sungai Cipinang bagian hilir, diketahui bahwa semakin tinggi nilai konstanta dispersi longitudinal maka semakin tinggi nilai pencampuran lateral, namun semakin rendah nilai debit aliran sungai.

Kondisi kualitas fisik-kimia Sungai Cipinang bagian hilir

Kualitas fisik Sungai Cipinang bagian hilir yang diukur dalam penelitian ini adalah pH, suhu, kecepatan, kedalaman dan lebar sungai. pH tertinggi terdapat pada titik 1 yaitu sebesar 8,04 dan pH terendah pada titik 5 yaitu sebesar 7,24. Suhu tertinggi terlihat pada titik 7 yaitu sebesar 32,5°C dan suhu terendah pada titik 2 yaitu sebesar 31,0°C. Kecepatan tertinggi berada pada titik 7 yaitu sebesar 0,36 m/dtk sedangkan kecepatan terendah pada titik 2 yaitu sebesar 0,19 m/dtk. Lebar sungai terbesar terdapat pada titik 2 yaitu sebesar 20 m dan terkecil pada titik 7 yaitu sebesar 8,5 m.

Tabel 2. Hasil pengolahan data hidraulika Sungai Cipinang bagian hilir

Titik	Koefisien Dispersi Longitudinal (m ² /dtk)	Konstanta Koefisien Dispersi	Koefisien Pencampuran lateral (m ² /dtk)	Pencampuran Lateral	Debit Sungai (m ³ /dtk)
1.	1,614	19,327	0,050	1,614	3,056
2.	2,684	39,934	0,040	1,184	3,386
3.	2,813	46,036	0,037	0,767	3,283
4.	5,921	266,066	0,013	1,717	0,960
5.	4,499	150,690	0,018	1,159	1,440
6.	3,753	86,729	0,026	1,350	2,176
7.	2,278	35,558	0,038	1,048	2,722

Tabel 3. Kondisi kualitas fisik-kimia Sungai Cipinang bagian hilir

Titik	Fisik				Kimia		
	pH	Suhu (°C)	Kecepatan (m/dtk)	Kedalaman (m)	Lebar Sungai (m)	DO (mg/L)	BOD5 (mg/L)
1	8,04	31,1	0,35	0,76	10	1,00	68,1
2	7,49	31,0	0,19	0,57	20	1,40	52,7
3	7,52	31,5	0,32	0,48	11	3,20	59,3
4	7,25	31,4	0,21	0,45	15,12	2,20	53,5
5	7,24	32,1	0,27	0,48	14	2,60	64,5
6	7,32	31,6	0,26	0,67	15	1,10	59,7
7	7,35	32,5	0,36	0,47	8,5	2,40	50,6

Hasil analisis BOD dan DO pada setiap titik sampling

Hasil analisis BOD yaitu BOD₂, BOD₄, BOD₆, BOD₈ digunakan untuk menghitung nilai k atau nilai konstanta BOD decay dan konsentrasi BOD *ultimate* perairan.

Tabel 4. Nilai k dan BOD *ultimate* di Sungai Cipinang bagian hilir

Titik	K (/hari)	UBOD (mg/L)
1	0,376	87,12
2	0,322	78,51
3	0,270	84,22
4	0,265	77,61
5	0,357	76,08
6	0,358	85,15
7	0,259	77,56

Berdasarkan Tabel 4 nilai k tertinggi terdapat pada titik 1 yaitu sebesar 0.376/hari dan terendah pada titik 7 yaitu sebesar 0.259/hari. Sedangkan nilai BOD *ultimate* tertinggi terdapat pada titik 1 yaitu sebesar 82.17 mg/L dan terendah pada titik 5 yaitu sebesar 76.08 mg/L.

Hasil keluaran model hidraulika

Hasil simulasi hidraulika terdiri dari hasil simulasi perubahan debit, kecepatan dan kedalaman. Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa pertambahan debit sebanding dengan pertambahan jarak. Hal ini menunjukkan bahwa debit semakin besar ketika mencapai muara sungai. Pertambahan debit disebabkan oleh akumulasi debit yang masuk di setiap titik buangan baik yang bersifat terpusat (*point source*) atau

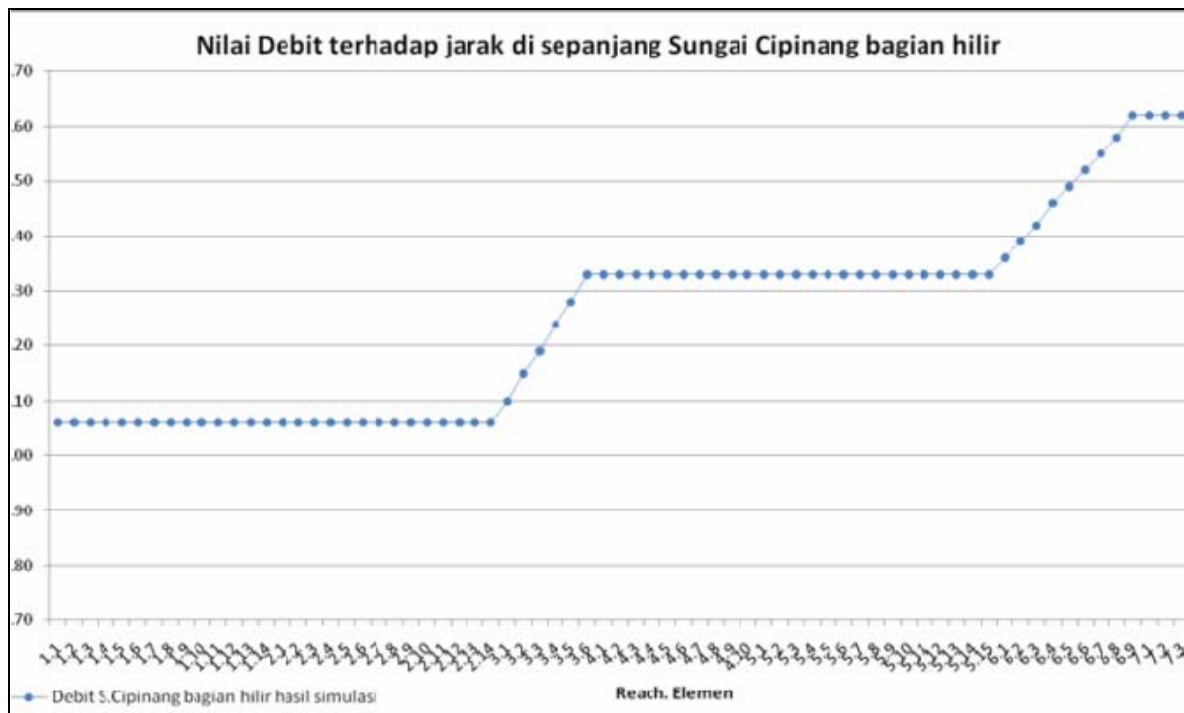
tersebar (*non point source*). Besar debit di setiap ruas adalah statis. Hal ini disebabkan karena di dalam skenario tidak ada pertambahan debit pada setiap ruas dan setiap elemen ruas kecuali ruas 3 dan ruas 6. Sehingga debit hanya mengalami fluktuasi atau perubahan di setiap elemennya hanya pada ruas 3 dan ruas 6.

Berdasarkan Gambar 3 untuk kecepatan dan kedalaman, penurunan kecepatan dan kedalaman sungai terjadi pada ruas 1 hingga akhir elemen ruas 2. Pada saat ruas 3 terjadi kenaikan kecepatan dan kedalaman sungai. Namun pada saat ruas 4, kecepatan sungai menjadi sangat rendah sedangkan ketinggian muka air menjadi lebih tinggi. Pada ruas 5, ketinggian muka air berubah menjadi rendah sehingga kecepatan naik. Pada saat memasuki ruas 6 terjadi penurunan kedalaman sebesar 0.048 m dari ruas sebelumnya dan kemudian terjadi peningkatan kembali hingga akhir elemen 6. Peningkatan kecepatan dan kedalaman kembali terjadi pada ruas 7.

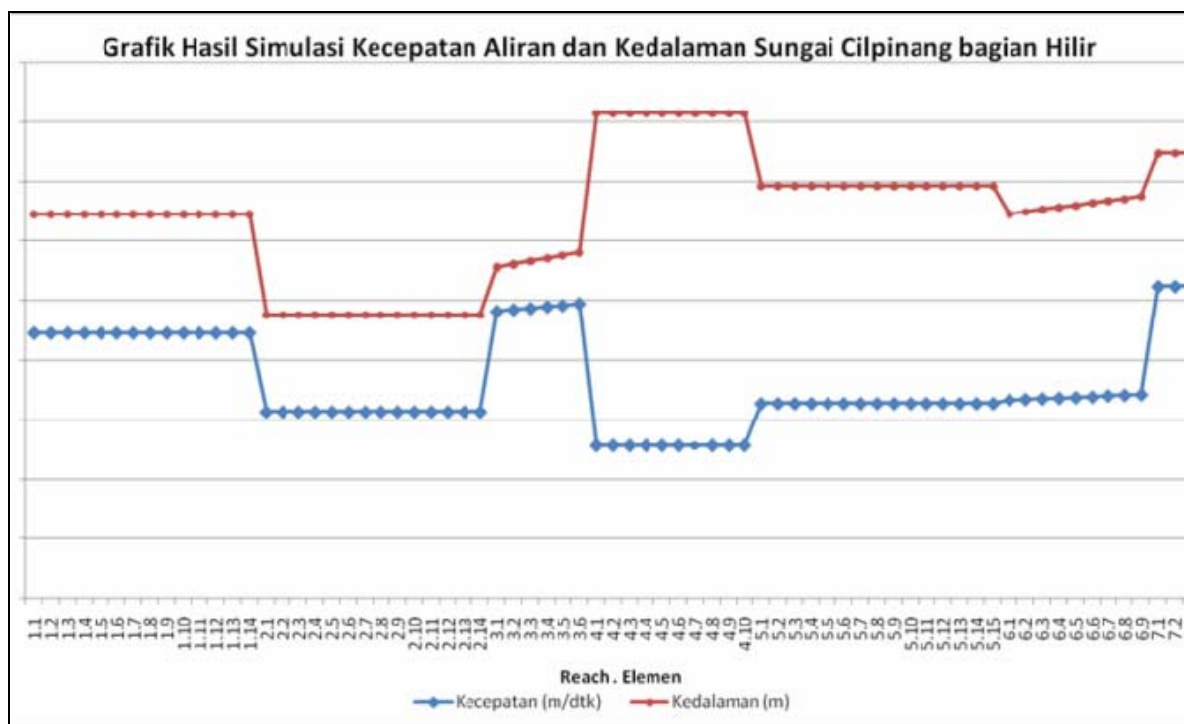
Hasil simulasi kualitas air

Dari hasil simulasi kualitas air dapat diketahui perubahan kondisi kualitas air di Sungai Cipinang bagian hilir melalui profil sebaran BOD dan DO di sepanjang DAS Cipinang bagian hilir dengan skenario adanya masukan limbah pada titik 3 dan titik 6 dengan kondisi awal sungai sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.

Dari hasil simulasi dengan skenario adanya masukan limbah pada ruas 3 dan ruas 6 dengan kondisi awal sungai sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan, menunjukkan kecenderungan kurva BOD di sepanjang aliran semakin menurun seiring dengan pertambahan jarak. Pada ruas 1 konsentrasi BOD terus menurun hingga akhir ruas 2.



Gambar 2. Nilai Debit terhadap jarak di Sungai Cipinang bagian hilir



Gambar 3. Nilai kecepatan dan kedalaman terhadap jarak di Sungai Cipinang bagian hilir

Konsentrasi BOD kembali naik pada ruas 3, karena adanya limbah yang masuk pada ruas ini. Penurunan BOD kembali terjadi pada ruas 4 dan terus menurun

hingga akhir ruas 5. Namun konsentrasi BOD kembali naik pada saat ruas 6 karena adanya limbah yang

masuk pada ruas ini. Pada ruas 7, konsentrasi BOD kembali turun.

Sedangkan konsentrasi DO sudah sangat rendah pada ruas 1 elemen 1 yaitu sebesar 0.90 mg/L dan terus menurun hingga ruas 1 elemen 11 dengan konsentrasi DO pada ruas ini sebesar 0.05 mg/L. Selanjutnya konsentrasi DO mencapai kondisi septik yaitu 0 mg/L. Namun pada ruas 2 elemen 3, konsentrasi DO kembali naik menjadi 0.03 mg/L dan terus naik hingga ruas 3 elemen 6 menjadi 1.00 mg/L. Pada ruas 4 elemen 1, konsentrasi DO kembali turun menjadi 0.97 mg/L dan terus turun hingga ruas 5 elemen 4 menjadi 0.01 mg/L. Kemudian kembali menjadi kondisi septik pada ruas 5 elemen 5 hingga ruas 7 elemen 4 yaitu 0 mg/L.

Kalibrasi model

Kalibrasi yang digunakan dalam simulasi ini adalah kalibrasi hidraulika, kalibrasi konstanta BOD dan DO, serta kalibrasi hasil analisis kualitas air dengan menggunakan parameter BOD dan DO melalui 3 perbandingan yaitu hasil pengukuran di lapangan, hasil perhitungan model *streeter-phelps* dan hasil *output* dari simulasi QUAL2E.

Kalibrasi hidraulika

Kalibrasi hidraulika dilakukan dengan membandingkan kecepatan dan kedalaman aliran berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dan hasil output simulasi model QUAL2E.

Berdasarkan kurva pada Gambar 5 terlihat pada ruas 1 hingga ruas 2 kurva hasil pengukuran di lapangan sebanding dengan hasil simulasi model. Namun perbedaan terjadi pada ruas 3 Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan kecepatan pada ruas ini lebih rendah dari ruas sebelumnya dan terus mengalir secara konstan sebesar 0.255 m/detik pada masing-masing elemen hingga akhir elemen ruas 3. Namun hasil simulasi model menunjukkan bahwa kecepatan pada ruas ini berfluktuasi dan nilainya lebih tinggi dari ruas sebelumnya. Fluktuasi kecepatan juga terjadi pada hasil simulasi model di ruas 6. Fluktuasi kecepatan pada ruas ini dipengaruhi oleh debit limbah tambahan yang masuk ke dalam masing-masing ruas ini. Selain itu perbedaan juga terjadi pada saat memasuki ruas 5 elemen 1 dimana hasil simulasi model mengalami peningkatan dari ruas sebelumnya namun hasil pengukuran di lapangan menunjukkan hal yang sebaliknya yaitu terjadinya penurunan pada ruas ini.

Berdasarkan kurva pada Gambar 6 diketahui bahwa pada ruas 1 hingga ruas 2 kurva hasil pengukuran di lapangan sebanding dengan hasil simulasi model. Perbedaan terjadi pada ruas 3 dan ruas 6 dimana pada masing-masing ruas tingkat kedalaman berfluktuatif

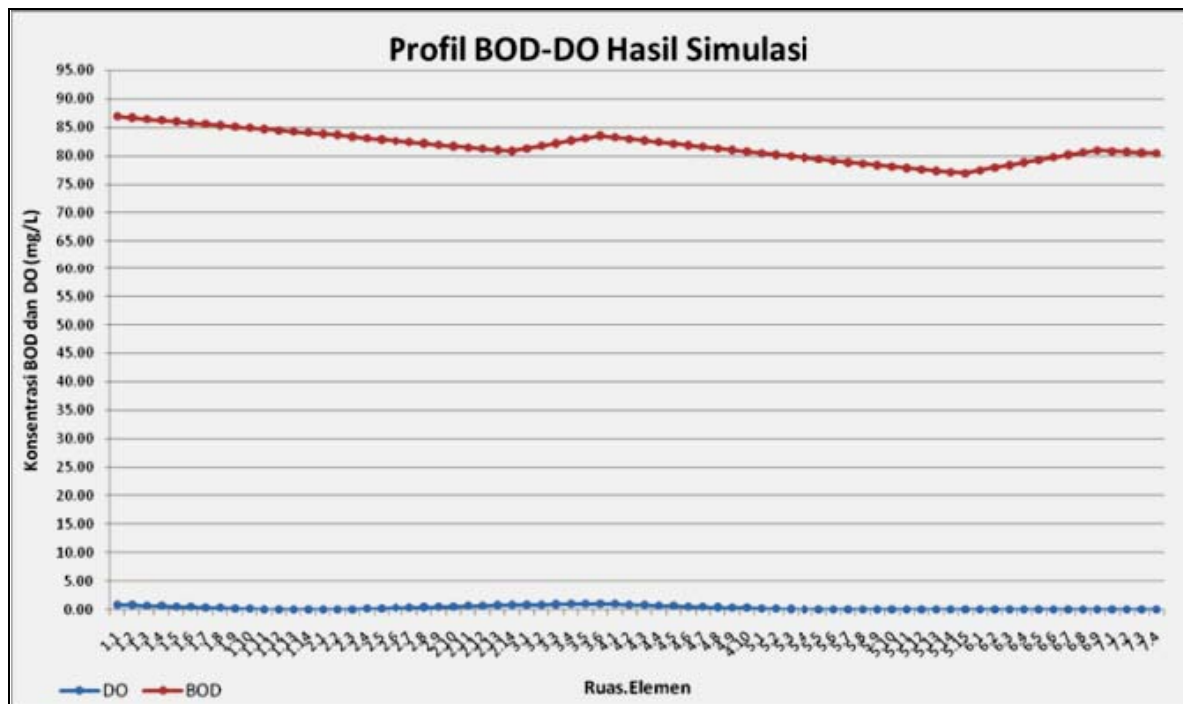
nilainya padahal hasil pengukuran di lapangan konstan. Fluktuasi tingkat kedalaman pada masing-masing ruas ini disebabkan karena adanya debit tambahan yang masuk ke masing-masing ruas ini berdasarkan skenario, sehingga menyebabkan terjadinya fluktuasi debit di sepanjang ruas ini. Perbedaan terjadi pada ruas 4 dimana pada ruas ini besar kedalaman dari hasil pengukuran mengalami penurunan sedangkan hasil simulasi model mengalami kenaikan Begitu pula dengan ruas 5 elemen 1, pada ruas ini hasil simulasi menunjukkan adanya penurunan dari ruas sebelumnya, sedangkan hasil pengukuran tetap konstan.

Kalibrasi konstanta BOD dan DO

Berdasarkan kurva pada Gambar 7, terlihat bahwa kurva antara hasil pengukuran di lapangan sejalan dengan hasil output simulasi model QUAL2E. Perubahan setiap ruas pembagian sungai menunjukkan bahwa konstanta BOD *decay* (k_1) atau konstanta dekomposisi nilainya tergantung pada ruas sungai. Nilai koefisien yang berkisar antara 0.3 hingga 0.6 pada dari hasil pengukuran di lapangan maupun output simulasi model menunjukkan bahwa air termasuk dalam golongan air buangan yang membutuhkan pengolahan.

Berdasarkan Gambar 8, diketahui kecenderungan kurva antara hasil pengukuran dan hasil output simulasi model QUAL2E tidak berjalan searah. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan penampang sungai dalam model dengan kondisi asli di lapangan, seperti kemiringan sisi sungai yang di dalam model diasumsikan berbentuk persegi atau kondisi sungai yang sudah di normalkan. Hal ini mempengaruhi nilai k_2 hasil simulasi di model. Nilai konstanta reareasi oksigen ini menunjukkan laju reaerasi oksigen yang terdapat di perairan. Semakin tinggi konstanta reaerasi oksigen maka laju reaerasi oksigen semakin besar dan proses resirkulasi oksigen semakin baik.

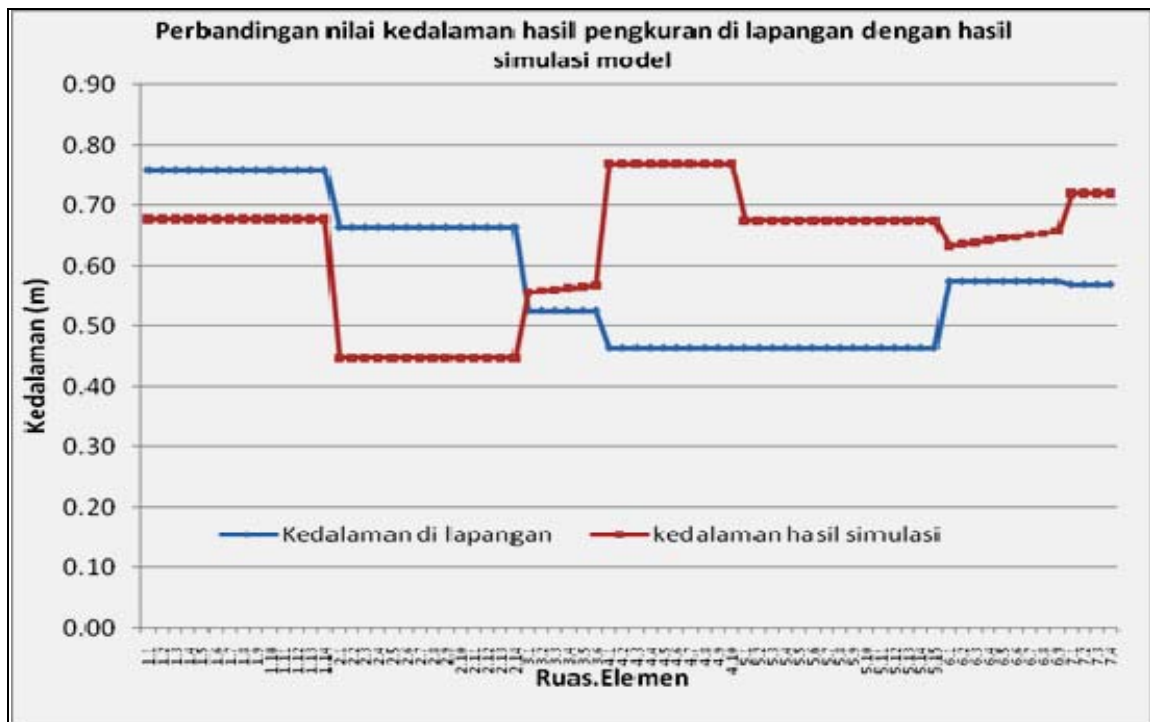
Berdasarkan kurva pada Gambar 9, terlihat bahwa kurva antara hasil pengukuran di lapangan sejalan dengan hasil output simulasi model QUAL2E. Perubahan setiap ruas pembagian sungai menunjukkan bahwa konstanta BOD *settling* (k_3) atau konstanta pengendapan di sungai nilainya tergantung pada ruas sungai. Nilai konstanta ini dipengaruhi oleh kecepatan pengendapan dan kedalaman di setiap ruas sungai. Semakin besar kedalaman maka semakin rendah nilai konstanta BOD *settling*. Sedangkan bila semakin tinggi kecepatan pengendapan partikel maka semakin tinggi juga nilai konstanta BOD *settling*. Berdasarkan kurva di atas pada Gambar 10, terlihat bahwa kurva antara hasil pengukuran di lapangan sejalan dengan hasil output simulasi model QUAL2E.



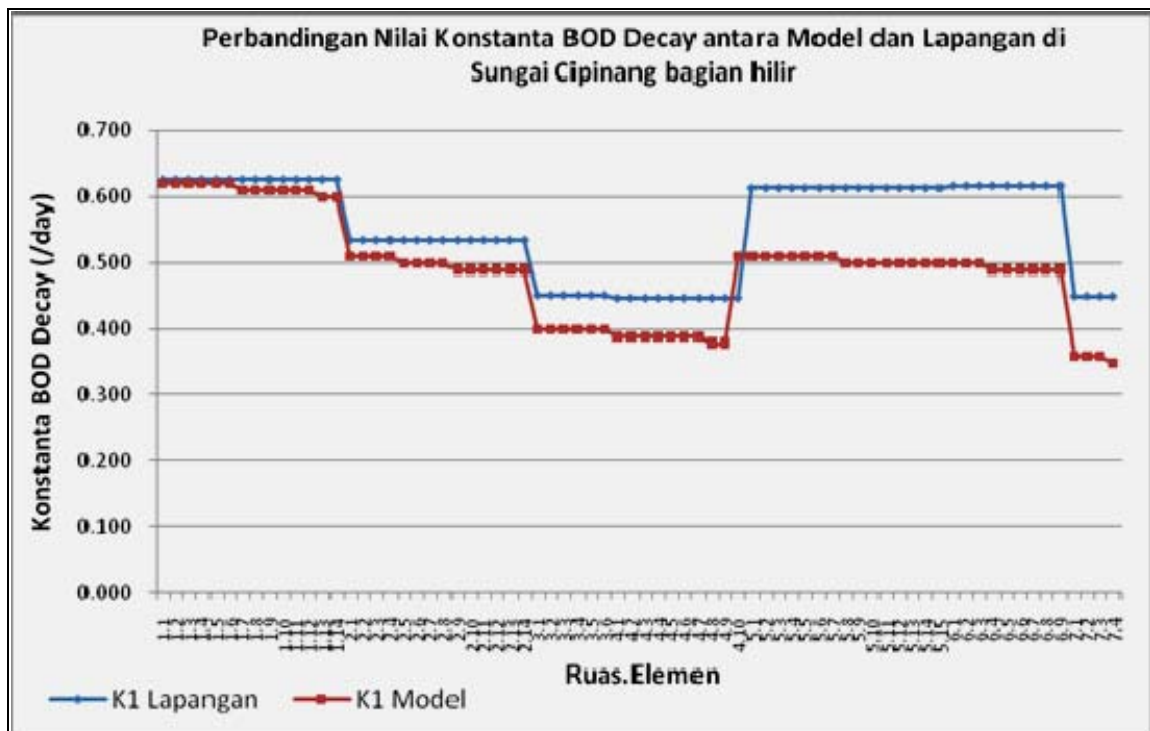
Gambar 4. Profil BOD dan DO hasil simulasi analisis kualitas air



Gambar 5. Perbandingan nilai kecepatan antara model dan hasil pengukuran lapangan



Gambar 6. Perbandingan nilai kedalaman hasil pengukuran di lapangan dan simulasi model



Gambar 7. Nilai konstanta BOD decay antara model dan lapangan

Nilai SOD uptake ini dipengaruhi oleh proses fotosintesis dan jumlah lumpur yang terendap di dasar sungai. Semakin besar lumpur yang terendap maka

nilai konstanta ini semakin besar dan nilai konsentrasi BOD juga semakin besar.

Kalibrasi hasil analisis BOD dan DO

Berdasarkan kurva yang terdapat pada gambar 11. dan 12, terlihat banyak perbedaan dari ketiga jenis pengukuran. Bila dibandingkan dengan hasil pengukuran di lapangan dan hasil perhitungan model streeter-phelps, hasil output simulasi model QUAL2E menunjukkan kecenderungan kurva yang paling berbeda.

Upaya pengelolaan kualitas air

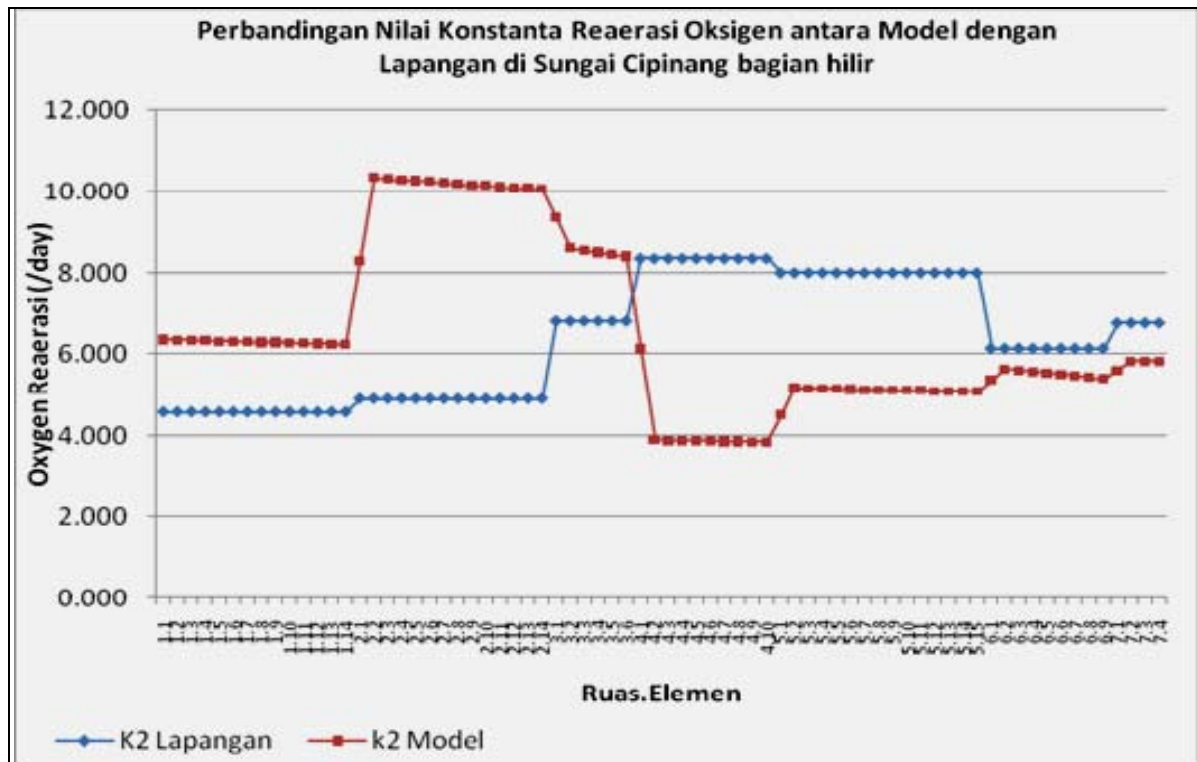
Bila diasumsikan pengelolaan dimulai dari ruas 1 maka pada ruas ini, maka alternatif pengelolaan yang dapat dilakukan adalah :

1. Penempatan IPAL secara komunal untuk mengolah limbah penduduk sekitar, khususnya untuk daerah pemukiman padat penduduk. Dimensi IPAL

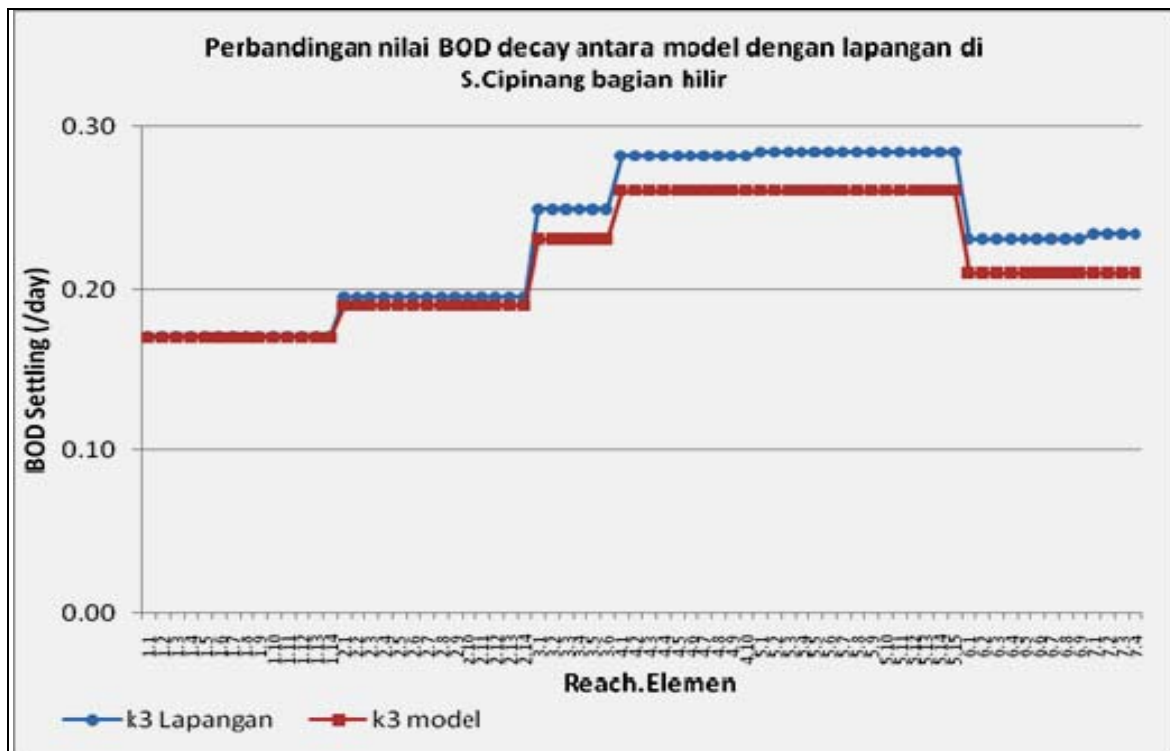
disesuaikan dengan debit air limbah dan efisiensi pengolahan.

2. Pemantauan kembali keefektifan dari IPAL tersebut untuk mengetahui sampai reach ke berapa hasil pengolahan dapat dilihat dan pada reach ke berapa pengolahan harus dilakukan kembali melalui simulasi model.
3. Pemantauan terhadap saluran drainase yang masuk ke dalam badan sungai agar sampah atau partikel tidak ikut masuk ke dalam badan sungai.
4. Pembuatan terjunan sebagai aerasi untuk meningkatkan nilai DO.

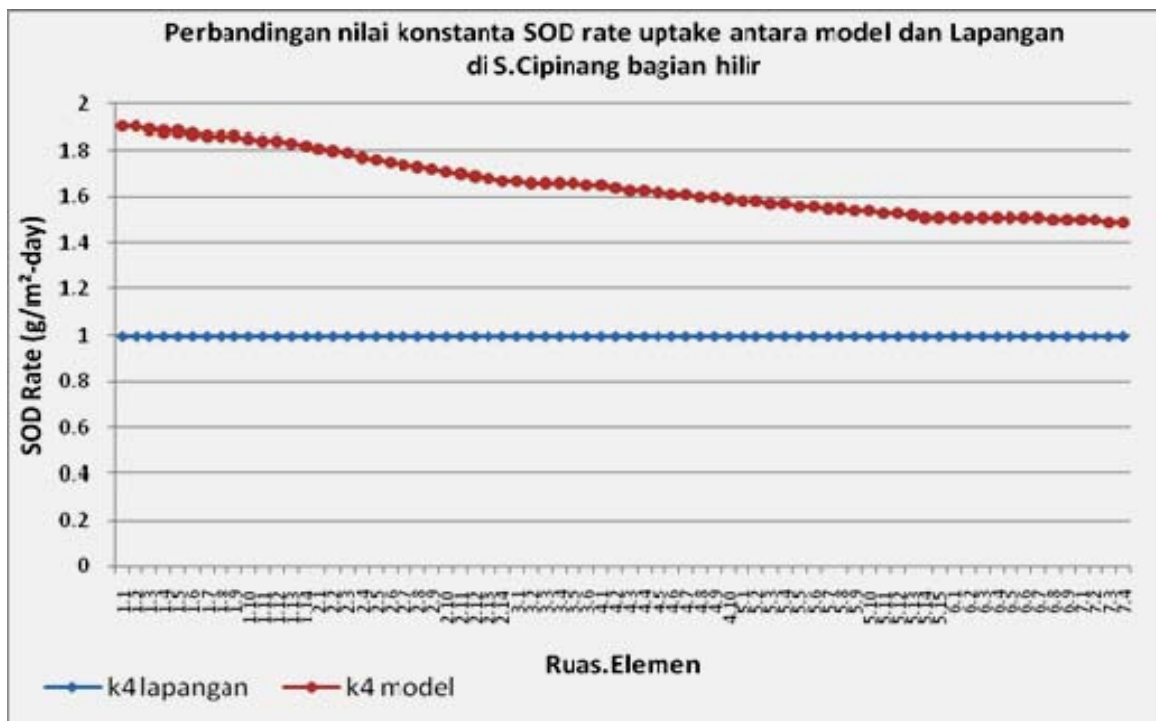
Nilai konstanta BOD dan DO yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan kembali dalam penelitian selanjutnya.



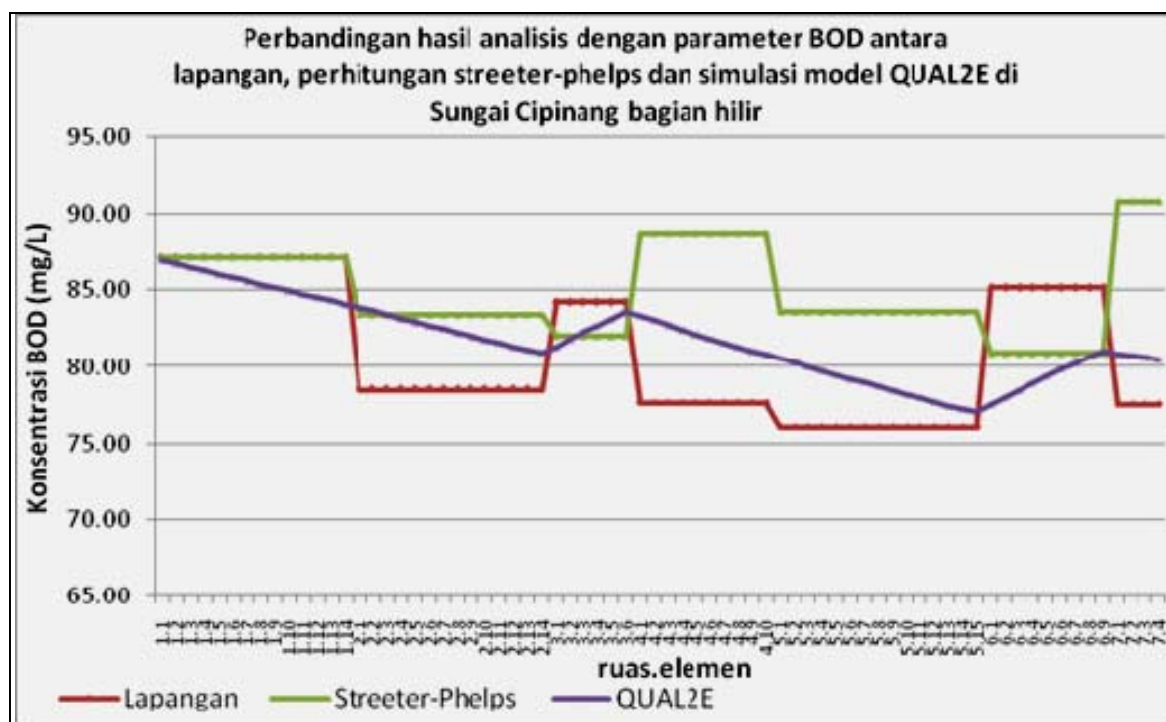
Gambar 8. Perbandingan nilai konstanta reaerasi oksigen antara model dan lapangan



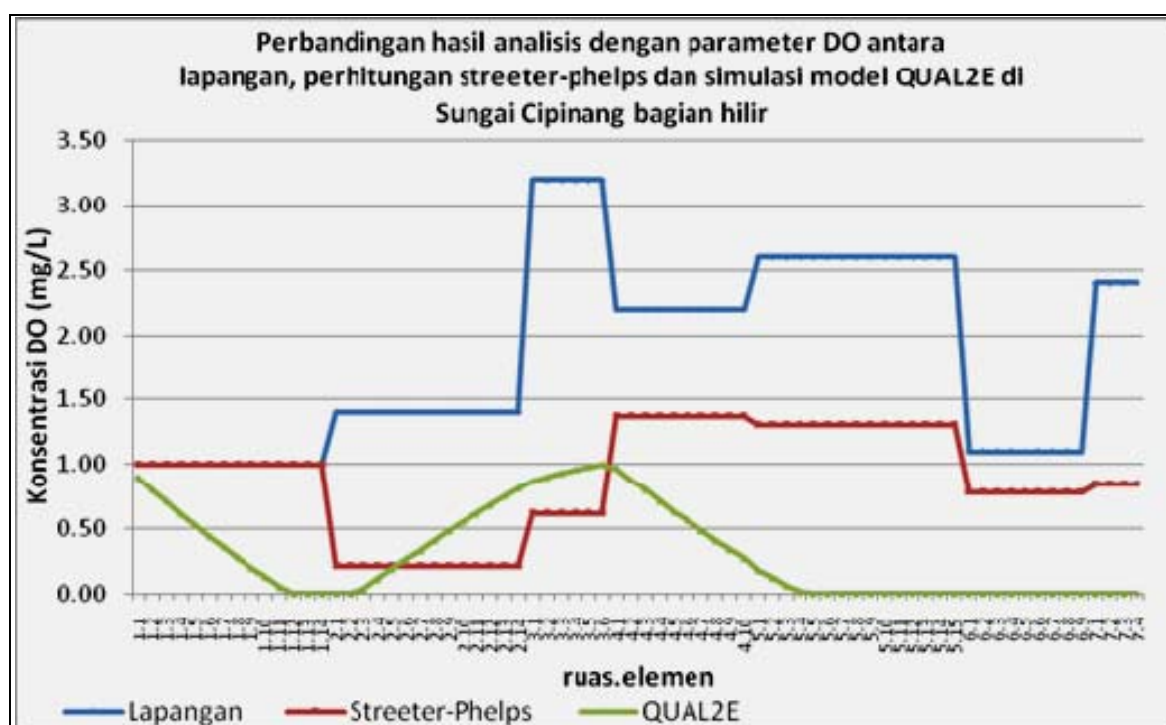
Gambar 9. Perbandingan BOD settling antara model dan lapangan



Gambar 10. Perbandingan nilai SOD rate uptake antara model dan lapangan



Gambar 11. Kalibrasi analisis dengan parameter BOD dengan 3 perbandingan.



Gambar 12. Kalibrasi analisis dengan parameter DO dengan 3 perbandingan

4. Kesimpulan

Sungai Cipinang bagian hilir memiliki kualitas air dengan tingkat yang sangat rendah. Bila dilihat secara fisik, air di bagian hilir berwarna hitam keruh dan memiliki bau yang tidak sedap. Sumber pencemar yang paling mempengaruhi kualitas air Sungai Cipinang bagian hilir adalah buangan air limbah domestik. Berdasarkan hasil pengolahan data di Sungai Cipinang bagian hilir, diketahui bahwa semakin tinggi nilai konstanta dispersi longitudinal maka semakin tinggi nilai percampuran lateral, namun semakin rendah nilai debit aliran sungai.

Hasil simulasi hidraulika menunjukkan bahwa debit semakin besar ketika mencapai muara sungai.

Dari hasil simulasi dengan skenario adanya masukan limbah pada ruas 3 dan 6 dengan kondisi awal sungai sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan, menunjukkan kecenderungan kurva BOD di sepanjang aliran semakin menurun seiring dengan pertambahan jarak.

Kalibrasi yang digunakan dalam simulasi ini adalah kalibrasi hidraulika, kalibrasi konstanta BOD dan DO,

serta kalibrasi hasil analisis kualitas air dengan menggunakan parameter BOD dan DO melalui 3 perbandingan yaitu hasil pengukuran di lapangan, hasil perhitungan model streeter-phelps dan hasil output dari simulasi QUAL2E.

Daftar Acuan

- [1] Asisten Deputi Urusan Pengendalian Kerusakan Sungai dan Danau Deputi Bidang Peningkatan Konservasi Sumber Daya Alam dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan. 2006. Buku Dua Penggunaan Program Piranti Lunak QUAL2E. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup.
- [2] Alaerts, G dan SN. Simestri Santika. 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya : Usaha Nasional.
- [3] Chapra, S. 1997. Surface Water Quality Modelling. New York : Mc Graw Hill Publication.
- [4] Lee and Lin. 2000. Handbook of Enviromental Engineering Calculation : Mc Graw Hill.